



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Cláudio Micael Freitas Ferraz

Controlo de Condição a Bordo dos Navios de Guerra

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,
na especialidade de Engenharia Naval Ramo de Mecânica**



**Alfeite
2017**



ESCOLA NAVAL

talant de biefaire



Cláudio Micael Freitas Ferraz

Controlo de Condição a Bordo dos Navios de Guerra

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Engenharia Naval Ramo de Mecânica**

Orientação de: Professor Doutor Chedas Sampaio

O Aluno Mestrando

O Orientador

Claudio Micael Freitas Ferraz
ASPOF EN-MEC Freitas Ferraz

Professor Doutor Chedas Sampaio

Alfeite

2017

Epígrafe

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou
sobre aquilo que todo o mundo vê”*

(Arthur Schopenhauer)

Página deixada
propositadamente em branco

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Escola Naval, e em especial aos meus professores a oportunidade que me concederam, todo o acompanhamento ao longo destes anos e a importante contribuição para a minha evolução com a partilha dos seus conhecimentos e experiências.

Ao orientador da minha dissertação, Professor Doutor Chedas Sampaio, pela orientação e disponibilidade dispensada.

Ao Engenheiro, Capitão de mar-e-guerra EN-MEC Ribeiro Parreira, pela sua dedicação, preocupação, orientação e total empenho na partilha de conhecimento.

Ao Engenheiro, 1º Tenente EN-MEC Duarte dos Santos, por todo o apoio prestado para a realização desta dissertação. Desde a disponibilidade de documentos alusivos ao tema, como o esclarecimento todas as dúvidas que foram surgindo.

Quero agradecer à minha família, amigos e namorada pela compreensão, o apoio emocional sem limites, a constante motivação, confiança e encorajamento que me foi demonstrado ao longo deste percurso mostrando que existe sempre esperança.

Finalmente, quero agradecer a todas as pessoas e colegas que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho através dos seus conselhos e ideias.

Página deixada
propositadamente em branco

Resumo

O desenvolvimento rápido da tecnologia hoje em dia leva a que o investimento em equipamentos de ultima geração seja bastante acrescido. E como isso por si só, não fosse um problema acrescido, a manutenção dos equipamentos pode ser por vezes dispendiosa. Como tal, torna-se importante conhecer e desenvolver os melhores métodos para a correta manutenção dos mesmos.

A manutenção mais vulgarmente conhecida é a manutenção corretiva, onde o equipamento sofre uma avaria e os técnicos efetuam a reparação após a identificação da avaria e a sua causa. Mas este tipo de manutenção, tem muitos gastos não só a níveis financeiros mas também a nível de material. Como tal, o desenvolvimento do conceito de manutenção levou a que cada vez mais a sociedade acreditasse que a manutenção preventiva condicionada seria o melhor método a utilizar. E foi desta forma que o conceito de controlo de condição apareceu e foi desenvolvido. O objetivo seria fazer um acompanhamento dos equipamentos, recorrendo a técnicas de controlo de condição. Através da medição, ensaios ou testes periódicos aos equipamentos, conseguimos saber se o equipamento tem alguma avaria e melhor ainda, consegue-se construir um historial do equipamento e prever uma possível avaria através de uma análise de tendência.

Na Marinha Portuguesa embora o conceito de manutenção tenha sido implementado com o objetivo de realizar manutenção condicionada, a realidade que esta enfrenta é a de uma constante utilização de manutenção corretiva para resolver o elevado número de avarias que vão surgindo no dia a dia, a bordo dos navios. Para tal, desenvolvi esta tese que procura abordar três das melhores técnicas de controlo de condição, a termografia, a análise de vibrações e a análise de fluidos e procurar a melhor forma de as implementar a bordo dos navios. Com isto pretende-se ajudar a reduzir o número de avarias a bordo e reduzir os gastos financeiros e de material e o tempo investido em torno de reparações corretivas.

Palavras-Chave: *Manutenção, Controlo de Condição, Marinha Portuguesa, Termografia, Análise de Vibrações, Análise de Fluidos.*

Página deixada
propositadamente em branco

Abstract

The rapid development of technology nowadays means that investment in the latest generation equipment is greatly increased. And since this in itself was not an added problem, maintenance of the equipment can sometimes be expensive. As such, it becomes important to know and develop the best methods for the correct maintenance of them.

The most commonly known maintenance is corrective maintenance, where the equipment is malfunctioning and technicians repair after the fault and the cause are identified. But this type of maintenance, has many expenses not only at financial levels but also at material level. As such, the development of the concept of maintenance has led to society increasingly believing that conditional preventive maintenance would be the best method to use. And it was in this way that the concept of condition control appeared and was developed. The objective would be to follow up the equipment, using condition control techniques. By measuring, testing or periodically testing equipment, we can determine if the equipment has a fault and, better still, we can build a history of the equipment and predict a possible breakdown through a trend analysis.

In the Portuguese Navy, although the concept of maintenance has been implemented with the objective of performing conditioned maintenance, the reality it faces is that of a constant use of corrective maintenance to solve the high number of malfunctions that are occurring on a daily basis, on board of ships. To that end, I developed this thesis that seeks to address three of the best condition control techniques, thermography, vibration analysis and fluid analysis, and how best to implement them on board ships. This is intended to help reduce the number of failures on board and reduce the financial and material costs and time invested in corrective repairs.

Keywords: Maintenance, Condition Monitoring, Portuguese Navy, Thermography, Vibration Analysis, Fluid Analysis.

Página deixada
propositadamente em branco

Índice

Epígrafe.....	v
Agradecimentos.....	vii
Resumo	ix
Abstract.....	xi
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas	xix
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1. Importância do estudo	1
1.2. Âmbito da dissertação	1
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura da dissertação	3
2. Técnicas de Controlo de Condição.....	5
2.1. Termografia.....	13
2.2. Análise de Vibrações	51
2.3. Análise de Fluidos	74
3. Controlo de Condição na Marinha Portuguesa	99
3.1. Situação atual do Controlo de Condição na Marinha Portuguesa.....	99
3.2. O Controlo de Condição de 1ºescalão noutras Marinhas de Guerra.....	103
4. Modelo Proposto	105
4.1. Termografia.....	105
4.2. Análise de Vibrações	109
4.3. Análise de Fluidos	111

Conclusão e Recomendações.....	115
Bibliografia	117
Anexos	121
Anexo A - Lista completa de tópicos de formação de termografia e respetivas horas de instrução necessárias	122